



جزوات آموزشی

صنایع ایمن فراز ارک

عنوان محتوا:

ارزیابی ریسک ETA

کد محتوا:

ARK-FO-159-100

تهیه و تدوین: گروه تولید محتوای صنایع ایمن فراز ارک

ارزیابی ریسک

ارزیابی ریسک، احتمال و پیامدهای حوادث ناگوار احتمالی و میزان تحمل چنین رویدادهایی را تعیین می‌کند. نتایج این فرآیند ممکن است به صورت کمی یا کیفی بیان شود. ارزیابی ریسک بخشی ذاتی از یک استراتژی مدیریت ریسک گسترده‌تر برای کمک به کاهش هر گونه پیامدهای احتمالی مرتبط با ریسک است.

به طور دقیق‌تر، ارزیابی ریسک، رویدادهای بالقوه (آینده) را که ممکن است بر افراد، دارایی‌ها و یا محیط تأثیر منفی بگذارد را شناسایی و تحلیل می‌کند (یعنی تجزیه و تحلیل خطر). همچنین قضاوت "در مورد تحمل پذیری خطر بر اساس تجزیه و تحلیل ریسک" را در نظر می‌گیرد.

تجزیه و تحلیل درخت رویداد (Event Tree Analysis)

تجزیه و تحلیل درخت رویداد (ETA) از نظر بصری شبیه تجزیه و تحلیل درخت خطا است اما اساساً با FTA متفاوت است. ETA یک تحلیل استقرایی است که در مقایسه با FTA (قیاسی) به ترتیب معکوس انجام می‌شود. از این رو اثرات رویدادهای تحت بررسی به جای علل آنها مشخص می‌شود. ETA یک نوع تحلیل استقرایی است که در آن سؤال اساسی مطرح شده این است که "چه اتفاقی می‌افتد اگر...؟" ETA را می‌توان هم برای شناسایی خطر و هم برای تخمین احتمال دنباله‌ای از رویدادها که منجر به موقعیت‌های خطرناک می‌شود استفاده کرد.

هدف از این تحلیل، بررسی عیوب و حوادث در سیستم‌های فنی است. در محدوده این هدف، پیامدهای بالقوه یک خطا تعیین می‌شود. با شروع یک رویداد اولیه، یک ساختار درختی ساخته می‌شود که در نهایت به پیامدهایی ختم می‌شود که ممکن است به طور بالقوه ناشی از این رویداد باشد.

تجزیه و تحلیل درخت رویداد ممکن است به صورت کیفی یا کمی انجام شود. در صورت تجزیه و تحلیل کیفی ممکن است اثرات یک خطای رخ داده مشخص شود. هنگامی که یک تجزیه و تحلیل کمی انجام می‌شود، نتایج با احتمالات اثرات ناشی از خطای مورد بررسی گسترش می‌یابد.

این روش تجزیه و تحلیل، با استفاده از نمادهای گرافیکی ترسیم شده است. در طول تجزیه و تحلیل، این نمادها به ساختار درختی منتهی می‌شوند که مسیرهای سیگنال یا مسیرهای اثر حاصل را نشان می‌دهند. از طریق ترسیم ساختار یافته این مسیرهای اثر، می‌توان به مدل سازی کامل سیستم دست یافت.

نتایج تجزیه و تحلیل درخت رویداد، توالی رویداد هستند، یعنی مجموعه‌ای از شکست‌ها یا خطاهایی که منجر به یک حادثه می‌شوند. تجزیه و تحلیل درخت رویداد برای تجزیه و تحلیل فرآیندهای پیچیده که دارای چندین لایه از سیستم‌های ایمنی یا روش‌های اضطراری برای پاسخ به رویدادهای آغازگر خاص هستند، مناسب است.

این روش یک تکنیک مدل سازی منطقی از بالا به پایین برای موفقیت و شکست است که تجزیه و تحلیل درخت رویداد پاسخها را از طریق یک رویداد آغازگر بررسی می کند و مسیری را برای ارزیابی احتمالات نتایج و تحلیل کلی سیستم ایجاد می کند. این تکنیک تجزیه و تحلیل برای تجزیه و تحلیل اثرات عملکرد یا سیستم های شکست خورده با توجه به اینکه یک رویداد رخ داده است استفاده می شود.

این تکنیک ابزار قدرتمندی است که تمام پیامدهای یک سیستم را که احتمال وقوع آن پس از یک رویداد آغازین وجود دارد را شناسایی می کند و می تواند در طیف گسترده ای از سیستم ها از جمله: نیروگاه های هسته ای، فضاپیماها و نیروگاه های شیمیایی اعمال شود.

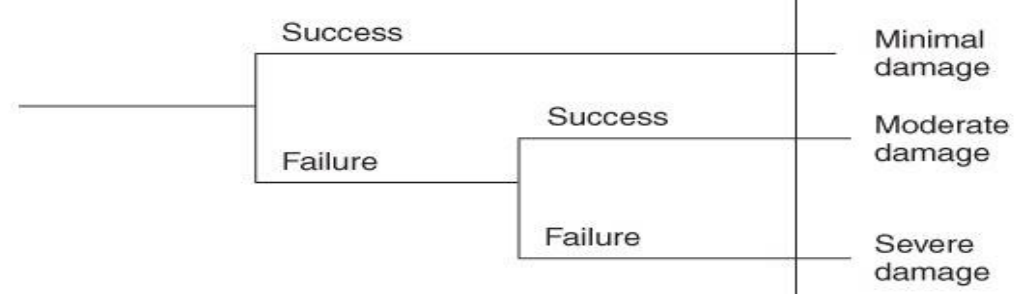
تاریخ ارائه

نام « درخت رویداد» برای اولین بار، در طول مطالعه ایمنی نیروگاه هسته ای WASH-1400 معرفی شد.

تئوری روش ETA

انجام یک ارزیابی احتمالی ریسک با مجموعه ای از رویدادهای آغازین که وضعیت سیستم را تغییر میدهند، شروع می گردد. رویداد آغازگر رویدادی است که واکنشی را آغاز می کند، مانند روشی که یک جرقه (رویداد آغازگر) می تواند آتشی را ایجاد کند که خود این امر ممکن است به رویدادهای دیگر (رویدادهای میانی) مانند سوختن درخت و در نهایت به یک نتیجه مشخص منجر شود. بعنوان مثال: درخت سوخته دیگر سیب برای غذا فراهم نمی کند. هر رویداد آغازگر به رویداد دیگری منتهی میشود و از طریق این مسیر ادامه می یابد. اگر جرقه ای رویداد آغازگر باشد، این احتمال وجود دارد که جرقه باعث آتش سوزی شود یا آتش ایجاد نکند و همچنین این احتمال وجود دارد که آتش به درخت سرایت کند یا به درخت سرایت نکند. حالتهای پایانی به گروههایی طبقه بندی می شوند که می توانند موفقیت یا شدت پیامدها باشند. نمونه ای از موفقیت این است که هیچ آتش سوزی شروع نشده و درخت همچنان سیبها را برای غذا فراهم می کند در حالی که شدت عواقب آن این است که آتش سوزی شروع شده و ما سیبها را بعنوان منبع غذا از دست دادیم.

حالت پایان تلفات، به شدت سیستم وابسته است برای مثال اگر در حال اندازه گیری یک فرآیند کیفیت در یک کارخانه بودید، حالت از دست دادن یا پایان به این صورت است که محصول باید دوباره کار شود یا در سطل زباله انداخته شود.

Initiating event	Event 1	Event 2	End state
Fire	Fuel feed to engine stops	Fire suppression system actuates	
			
			Minimal damage
			Moderate damage
			Severe damage

۱- نمودار درخت رویداد

برخی از پیامدهای نهایی رایج:

- از دست دادن جان یا جراحت / بیماری پرسنل
- آسیب یا از دست دادن تجهیزات یا اموال (از جمله نرم افزار)
- آسیب غیرمنتظره یا جانبی در نتیجه آزمایشات
- شکست مأموریت
- از دست دادن در دسترس بودن سیستم
- آسیب به محیط زیست

روش شناسی

هدف کلی تجزیه و تحلیل درخت رویداد، تعیین احتمال پیامدهای منفی احتمالی است که می تواند باعث آسیب شود و نتیجه رویداد آغازگر انتخاب شده باشد. استفاده از اطلاعات دقیق در مورد یک سیستم برای درک رویدادهای میانی، سناریوهای تصادف و شروع رویدادها برای ساختن نمودار درختی رویداد ضروری است. درخت رویداد با رویداد آغازگر شروع میشود که در آن پیامدهای این رویداد به صورت موفقیت یا شکست دنبال می شود. رویداد آغازگر از سمت چپ بعنوان یک خط افقی شروع می شود که بصورت عمودی منشعب می گردد. شاخه عمودی، نماینده موفقیت یا شکست رویداد آغازگر است. در انتهای شاخه عمودی یک خط افقی بر روی هر یک از بالا به پایین ترسیم می شود.

مراحل انجام تجزیه و تحلیل درخت رویداد:

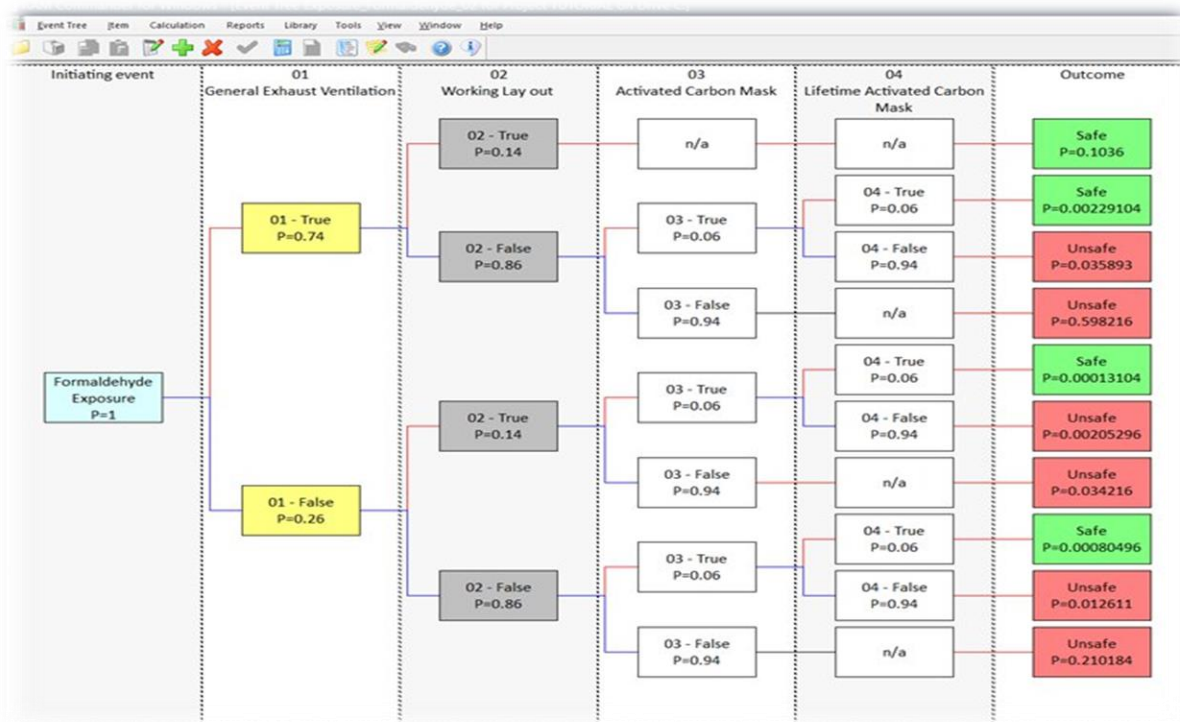
- ۱- تعریف سیستم: تعریف کنید که چه چیزی باید درگیر باشد یا کجا باید مرزها را ترسیم کنید.
- ۲- سناریوهای تصادف را شناسایی کنید: ارزیابی سیستم را برای یافتن خطرات یا سناریوهای تصادف در طراحی سیستم انجام دهید.
- ۳- شناسایی رویدادهای آغازگر: از تحلیل خطر برای تعریف رویدادهای آغازگر استفاده کنید.
- ۴- شناسایی رویدادهای میانی: اقدامات متقابل مرتبط با سناریوی خاص را شناسایی کنید.
- ۵- نمودار درختی رویداد را بسازید.
- ۶- بدست آوردن احتمالات شکست رویداد: اگر احتمال شکست را نمی‌توان بدست آورد از تجزیه و تحلیل درخت خطا برای محاسبه آن استفاده کنید.
- ۷- عدد ریسک: احتمال کلی مسیرهای رویداد را محاسبه کنید و ریسک را تعیین کنید.
- ۸- ارزیابی ریسک نتیجه: ریسک هر مسیر را ارزیابی کنید و قابل قبول بودن آن را تعیین کنید.
- ۹- توصیه اقدام اصلاحی: اگر ریسک نتیجه یک مسیر قابل قبول نباشد، تغییراتی در طراحی ایجاد کنید که ریسک را تغییر دهد.
- ۱۰- ETA را مستند کنید: کل فرآیند را روی نمودارهای درخت رویداد مستند کنید و در صورت نیاز برای اطلاعات جدید، آن را به روز رسانی کنید.

مفاهیم ریاضی

$$(\text{احتمال شکست}) + (\text{احتمال موفقیت}) = 1$$

احتمال موفقیت را می‌توان از احتمال شکست بدست آورد.

$$\text{احتمال مسیر کلی} = (\text{احتمال رویداد ۱}) * (\text{احتمال رویداد ۲}) * (\text{احتمال رویداد } n) * \dots$$



۲- چکیده گرافی از برنامه آنالیز درخت رویداد (توسط نرم افزار Risk Spectrum)

در تحلیل ریسک

تجزیه و تحلیل درخت رویداد، برای آشکار ساختن مسیری که بیشترین احتمال شکست را برای یک سیستم خاص ایجاد می‌کند، میسر می‌سازد. یافتن شکست‌های تک نقطه‌ای که هیچ رویداد مداخله‌ای بین رویداد آغازگر و یک شکست ندارند، معمول است.

با تجزیه و تحلیل درخت رویداد، شکست تک نقطه‌ای می‌تواند شامل یک مرحله مداخله‌ای باشد که احتمال کلی خرابی را کاهش می‌دهد و در نتیجه ریسک سیستم را کاهش می‌دهد. ایده اضافه کردن یک رویداد مداخله‌گر می‌تواند در هر نقطه از سیستم برای هر مسیری که خطر بسیار زیادی ایجاد می‌کند، اتفاق بیفتد.

مزایای ارزیابی ریسک ETA

۱ - ارزیابی عیوب و خرابی‌های متعدد و هم‌زمان را امکان‌پذیر می‌سازد.

۲ - در موارد شکست و موفقیت به طور هم‌زمان عمل می‌کند.

۳ - بدون نیاز به پیش‌بینی رویدادهای پایانی، آسیب‌پذیری سیستم و اقدامات متقابل کم‌بازده را شناسایی و ارزیابی می‌کند تا به منابع درستی منتهی شوند.

۴ - مسیرهایی در یک سیستم که منجر به شکست می‌شود را می‌توان شناسایی و ردیابی کرد تا اقدامات متقابل ناکارآمد را تشخیص داد.

۵ - قابل اجرا در سطوح مختلف جزئیات.

۶ - یادگیری و اجرای نسبتاً آسان.

۷ - سیستم‌های پیچیده را به شیوه‌ای قابل درک مدل سازی می‌کند.

۸ - مسیرهای خطا را در سراسر مرزهای سیستم دنبال می‌کند.

۹ - سخت افزار، نرم افزار، محیط و تعامل انسانی را ترکیب می‌کند.

۱۰ - اجازه ارزیابی احتمال را می‌دهد.

محدودیت‌های روش ETA

۱ - در هر زمان تنها به یک رویداد آغازگر آدرس می‌دهد.

۲ - چالش آغازگر باید توسط تحلیل‌گر شناسائی شود.

۳ - مسیرها باید توسط تحلیل‌گر شناسائی شوند.

۴ - سطح از دست دادن برای هر مسیر ممکن است بدون تجزیه و تحلیل بیشتر قابل تشخیص نباشد.

۵ - یافتن احتمالات موفقیت یا شکست دشوار است.

۶ - می‌تواند تفاوت‌های ظریف سیستم را نادیده بگیرد.

۷ - موفقیت‌ها یا شکست‌های جزئی، قابل تشخیص نیستند.

۸ - نیاز به یک تحلیلگر با آموزش علمی و تجربه دارد.

نرم افزار

انواع مختلفی از نرم افزارها برای کمک به انجام ارزیابی ریسک ETA وجود دارند. در صنعت هسته‌ای، نرم افزار Risk Spectrum به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد که هم تجزیه و تحلیل درخت رویداد و هم تجزیه و تحلیل درخت خطا را می‌تواند انجام دهد.

منابع

۱) https://en.m.wikipedia.org/wiki/Event_tree_analysis

2) <https://www.sgs-tuev-saar.com/en/functional-safety/safety-analytics/eta.html>

3) <https://www.hsestudyguide.com/event-tree-analysis/>